

**ANALISIS KOORDINASI *OVER CURRENT RELAY* DAN *RECLOSER* PADA
SISTEM DISTRIBUSI 20KV PENYULANG PALUR12 MENGGUNAKAN
ETAP 12.6**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Teknik
Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

AZANTO SAPUTRO KURNIAWAN

D 400 120 058

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KOORDINASI *OVER CURRENT RELAY* DAN *RECLOSER* PADA
SISTEM DISTRIBUSI 20KV PENYULANG PALUR12 MENGGUNAKAN
ETAP 12.6**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

AZANTO SAPUTRO KURNIAWAN

D 400 120 058

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Umar.ST.,M.T

NIK.731

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KOORDINASI *OVER CURRENT RELAY* DAN *RECLOSER* PADA
SISTEM DISTRIBUSI 20KV PENYULANG PALUR12 MENGGUNAKAN
ETAB 12.6**

OLEH

AZANTO SAPUTRO KURNIAWAN

D400 120 058

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 9 Agustus 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

- 1. Umar, ST.MT**
(Ketua Dewan Penguji)
- 2. Aris Budiman, ST.MT**
(Anggota I Dewan Penguji)
- 3. Hasyim Asy'ari, ST.MT.**
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 09-08-2016

Penulis



AZANTO SAPUTRO KURNIAWAN

D 400 120 058

ANALISIS KOORDINASI OVER CURRENT RELAY DAN *RECLOSER* PADA SISTEM DISTRIBUSI 20KV PENYULANG PALUR12 MENGGUNAKAN ETAP 12.6

Abstrak

Gangguan hubung singkat yang sering terjadi pada sistem distribusi 20KV dapat menyebabkan terganggunya penyaluran energi listrik kekonsumen. Gangguan hubung singkat ini dapat diatasi dengan melakukan koordinasi antar proteksi pada sistem distribusi 20KV agar dapat mengisolasi gangguan dengan baik serta melindungi peralatan yang ada pada sistem distribusi tersebut. Koordinasi antara relay arus lebih dari sisi *incoming* maupun *outgoing* pada Penyulang Palur 12 dengan *recloser* sebagai pengaman utama harus tepat dan sesuai. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui setting relay arus lebih dan *recloser* yang tepat berdasarkan arus hubung singkat yang terjadi pada sistem distribusi 20KV Penyulang Palur 12. Penyetelan waktu relay arus lebih pada sisi *incoming*(0,7), relay pada sisi *outgoing*(0,5) dan *recloser*(0,3) sesuai dengan standar IEEE 242-1986 yang memiliki penyetelan waktu minimal 0,3 detik. Penelitian diawali dengan pengumpulan data kelistrikan pada Penyulang Palur12. Kemudian menentukan setting relay arus lebih dan *recloser*. Kemudian dilakukan penggambaran kurva koordinasi relay arus lebih dan *recloser*. Letak proteksi semakin jauh dari pembangkit, setting arus, dan waktu harus semakin kecil.

Kata kunci : gangguan hubung singkat, sistem distribusi, relay arus lebih, *recloser*

Abstract

Short circuit interruption that often occur at the distribution system 20KV can cause disruption of the distribution of electrical energy to the consumer. This short circuit interruption can be resolved by doing the coordination of protection at distribution system 20KV to isolate the interference well and protect the equipment at distribution system 20KV. Coordination between over current relay on side of incoming or outgoing at Penyulang Palur 12 and *recloser* as a primary protection must be exact and appropriated. The purpose of this research is to know the over current relay and *recloser* settings more appropriated based of the short circuit which happens at distribution system 20KV Penyulang Palur12. Setting time of over current relay on incoming side(0,7) over current relay on outgoing side(0,5) and *recloser*(0,3) agree with IEE 242-1986 standard which have minimal time setting is 0,3 second. Research begins with collection electrical data at penyulang Palur 12. And then determine the setting of over current relay and *recloser*. Then illustrate the curve of coordination over current relay and *recloser*. The protection's place more further from the powergrid, setting of the current and time should be getting smaller.

Keywords : short circuit interruption, distribution system, over current relay,*recloser*

1. PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan salah satu komponen penting dalam sistem tenaga listrik. Dimana sistem distribusi adalah sub sistem yang berhubungan langsung dengan konsumen dan memiliki fungsi menyalurkan listrik dari sumber listrik hingga sampai ke konsumen. Sehingga pelayanan yang baik harus tetap diberikan agar konsumen dapat merasa puas serta tidak mengakibatkan kerugian. Sistem distribusi 20KV Palur tidak lepas dari gangguan yang berasal dari dalam maupun luar. Gangguan dari dalam seperti alat yang tidak bekerja sebagaimana semestinya, gangguan dari luar seperti ranting yang tersentuh kabel, badai, serta petir yang menyambar saluran. Gangguan-gangguan tersebut dapat menimbulkan potensi yang merugikan. Gangguan dapat dikategorikan menjadi dua kelompok yaitu hubung singkat simetris dan hubung singkat asimetris. Gangguan simetris adalah gangguan satu fasa atau dua fasa, sedangkan gangguan asimetris adalah gangguan 3 fasa. Gangguan-gangguan tersebut juga dapat bersifat permanen atau temporer. Hubung singkat yang terjadi akan dihitung melalui arus hubung singkat pada jarak terdekat dengan relay (Onah,2012). Sehingga dapat diketahui rating pengaman yang sesuai dan tepat untuk sistem berdasarkan arus hubung singkat yang terjadi. Dibutuhkan perhitungan kompleks untuk menemukan penyetelan relay secara berurutan (Yasir Damchi,2010)

Sistem proteksi tenaga listrik merupakan sistem pengaman yang dipasang pada suatu sistem tenaga listrik seperti trafo, generator, transmisi dan lain-lain agar dapat mengamankan dari kondisi abnormal seperti hubung singkat. Manfaat sistem proteksi adalah sebagai pengaman apabila terjadi gangguan dan dapat mengisolasi gangguan sehingga tidak meluas ke daerah lain serta mengamankan manusia dari bahaya yang timbul oleh listrik. Penyetelan relay harus memenuhi syarat seperti kecepatan operasi, sensitivitas yang baik, selectivitas, keandalan, stabilitas serta pertimbangan ekonomis (Feng Jih Wu,1983). Relay proteksi di lokasi yang berbeda dapat mendeteksi arus gangguan sesuai kebutuhan sistem (Shashwati Ray, 2007). Dibutuhkan koordinasi antar peralatan proteksi agar sistem dapat mengisolasi gangguan sesuai kebutuhan. Teknik optimasi pada umumnya mengatasi gangguan menggunakan pendekatan konvensional. Relay-relay diatur secara berurutan sebelum dikoordinasikan (M.H Hussain,2012). Sistem distribusi 20KV PLN Palur pada Penyulang12 Palur terdapat sistem proteksi berupa OCR 1 (*over current relay*) dan OCR 2 (*over current relay*) sebagai pengaman pada sisi *incoming* dan pada sisi *outgoing* penyulang serta *recloser* sebagai pengaman utama.

Recloser merupakan peralatan pengaman yang bekerja memutus tenaga apabila terjadi hubung singkat. Peralatan ini dapat merasakan apakah gangguan bersifat sementara atau permanen. *Recloser* mendeteksi gangguan temporer dan akan beroperasi untuk membuka dan akan menutup

kembali. Setting batas trip pada recloser di sistem distribusi 20KV Palur Penyulang12 adalah sebanyak 3 kali membuka. Jika gangguan permanen yang terjadi, *recloser* akan membuka dahulu sebanyak 3 kali kemudian *recloser* akan memutuskan jaringan listrik hingga gangguan dapat diatasi secara manual oleh PLN dan dioperasikan kembali. Pada sistem distribusi 20KV penyulang Palur 12, *recloser* berfungsi untuk membebaskan lokasi gangguan agar tidak menyebar ke daerah lain sehingga tidak merugikan PLN Palur.

Sistem distribusi 20KV Penyulang12 Palur juga memiliki pengamanan pada sisi *incoming* dan *outgoing* penyulang. Relay arus lebih bekerja dengan mendeteksi arus yang melebihi nilai setting. OCR 1(*over current relay* sisi *incoming*) dan OCR 2 (*over current relay* sisi *outgoing*) pada Penyulang12 Palur memiliki karakteristik relay waktu seketika. Relay waktu seketika adalah karakteristik relay yang akan bekerja langsung memutuskan listrik apabila terjadi gangguan hubung singkat tanpa waktu delay maupun waktu yang memutuskan tergantung besarnya arus gangguan hubung singkat.

Penyetelan relay arus lebih dan recloser pada sistem distribusi 20KV akan diketahui cara kerjanya menggunakan aplikasi ETAP *Power Station* 12.6, agar dapat diketahui apakah relay arus lebih dan recloser sudah sesuai dengan kebutuhan pada sistem.

Tujuan dari penelitian ini agar sistem distribusi 20KV Penyulang Palur 12 dapat bekerja dengan sistem proteksi yang telah dikoordinasi, sehingga akan didapat waktu kerja proteksi yang sesuai dan tepat serta tidak tumpang tindih. Diharapkan hasil penelitian ini berguna untuk menambah pengetahuan peneliti mengenai setting relay arus lebih pada sisi *incoming*, relay arus lebih pada sisi *outgoing* dan *recloser* pada jaringan 20KV penyulang12 Palur.

2. METODE

2.1 Alat Dan Bahan

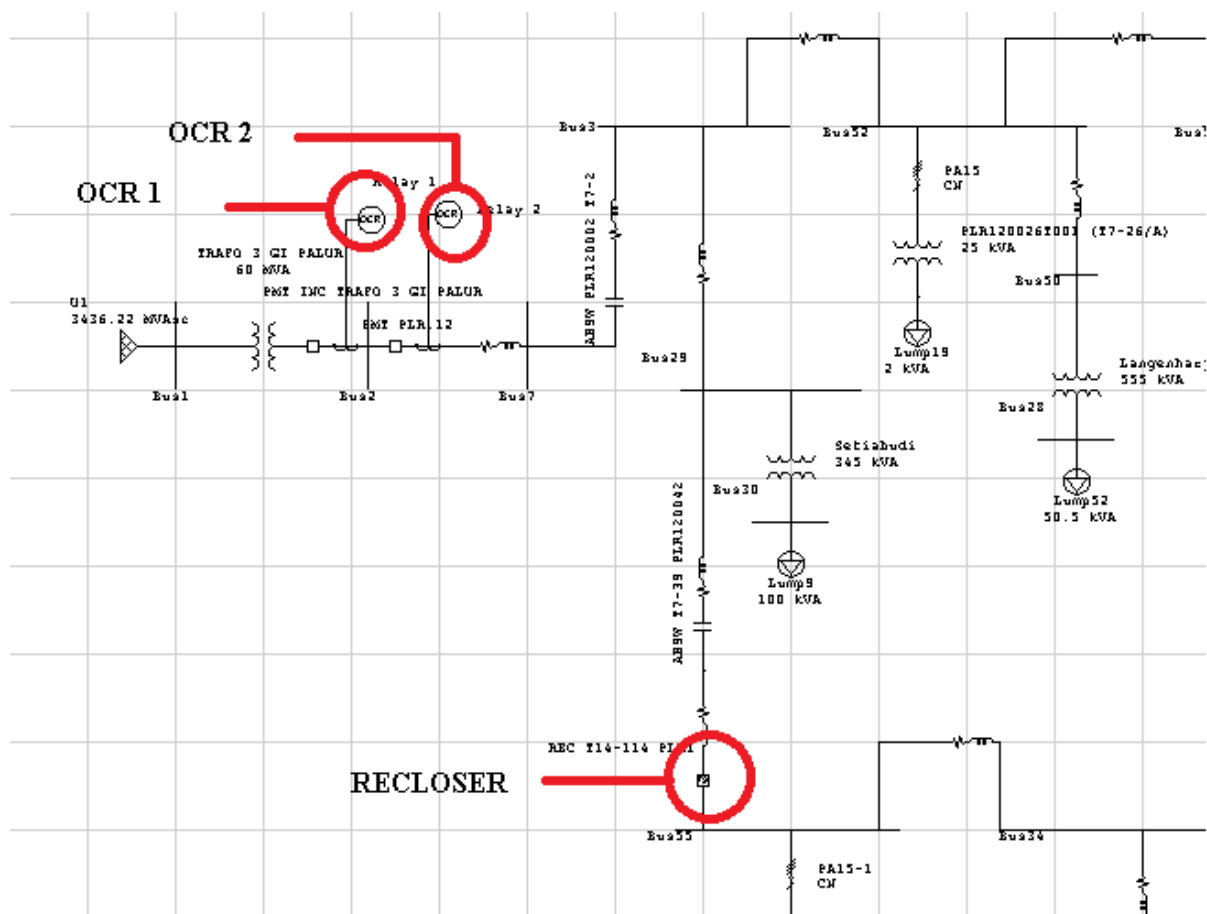
Pada penelitian ini menggunakan beberapa perangkat, yaitu PC (*personal computer*) dan software ETAP *Power Station* 12.6 dimana software ini digunakan untuk membantu menentukan setting relay dan setting recloser.

2.2 Tahapan Penelitian

Langkah awal pada penelitian ini diawali dengan :

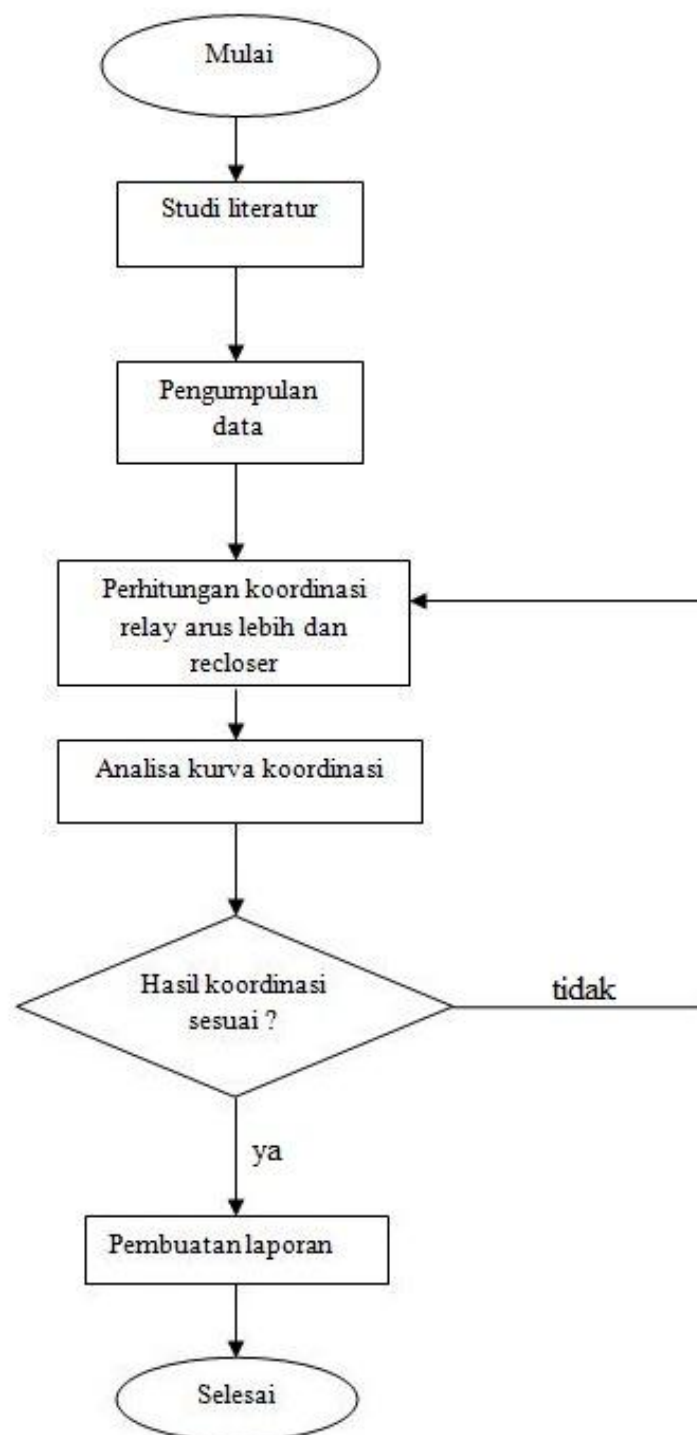
- a. Studi literature, yaitu mengumpulkan data pada sistem distribusi 20KV Penyulang Palur12 sebagai tempat penelitian, mengumpulkan referensi berupa jurnal, buku dan rumus yang akan digunakan.

- ### 2.3 Gambar wilayah kerja proteksi Single Line Diagram Penyulang Palur12



Gambar1. Gambar single line wilayah *relay* arus lebih dan *recloser* Penyulang12

2.4 Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Arus Gangguan Hubung Singkat

Over current relay dan *recloser* adalah proteksi yang bekerja berdasarkan perubahan arus yang sangat besar . Penyetelan *over current relay* dan *recloser* ditentukan berdasarkan arus gangguan hubung singkat yang terjadi. Arus hubung singkat yang digunakan adalah arus gangguan hubung singkat maksimum yang didapat dari simulasi gangguan 3 fasa 4 cycle. Menentukan TMS (*time multiplier setting*) ditentukan berdasarkan arus gangguan hubung singkat yang terjadi pada titik terdekat proteksi. Berikut adalah data arus gangguan hubung singkat yang terjadi di titik terdekat proteksi.

Tabel.1 Arus Gangguan Hubung Singkat Maksimum

Titik terdekat proteksi	Arus gangguan hubung singkat maksimum (kA)
Bus 2	15.513
Bus 7	14723
Bus 55	6839

3.2 Penentuan Waktu Kerja Proteksi

Dalam melakukan setting relay arus lebih dan *recloser* yang terletak pada beberapa titik, sangat diperlukan penentuan waktu dan arus agar dapat terkoordinasi dengan baik serta supaya proteksi bekerja secara berurutan tidak tumpang tindih. Apabila terjadi gangguan hubung singkat , *recloser* akan trip terlebih dahulu, kemudian OCR 2 lalu OCR 1.

Pada *recloser*, OCR 1 dan OCR 2 memiliki perhitungan yang berbeda pada waktu operasinya. Waktu tercepat proteksi trip adalah pada *recloser*, dikarenakan berada pada titik terjauh dari pembangkit. Berikut ini adalah table perbedaan setting waktu operasi tiap proteksi.

Table. 2 setting waktu operasi OCR 1, OCR 2 dan *recloser*

Proteksi	Waktu operasi (T)
OCR 1	0,7
OCR 2	0,5
Recloser	0,3

3.3 3.3 Penyetelan OCR 1, OCR 2 Dan Recloser

Perhitungan TMS dan arus *pick up* menggunakan karakteristik *standart invers*. Berikut adalah data dan perhitungan untuk setting OCR 1, OCR 2 dan *recloser*.

OCR 1 :

Manufacturer	=	AREVA
Model	=	P120
Rasio CT	=	2000:1
Isc	=	15.513A
Waktu operasi (T)	=	0,7

OCR 2

Manufacturer	=	AREVA
Model	=	P120
Rasio CT	=	160:1
Isc	=	14.723A
Waktu operasi (T)	=	0,5

Recloser

Manufacturer	=	Schweitzer
Model	=	351R
Isc	=	68.39A
Waktu operasi (T)	=	0,3

Perhitungan OCR 1

Arus beban maksimum (FLA) dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \text{FLA} &= \frac{\text{kVA}}{\sqrt{3} \text{ kV}} \\ &= \frac{60000 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 20 \text{ kV}} \\ &= 1732,05161 \text{ A} \end{aligned} \quad (1)$$

Arus *pick up* dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 I_p &= \frac{1.1 \times FLA}{\text{Rasio CT}} & (2) \\
 &= \frac{1.1 \times 1732,05161 \text{ A}}{2000} \\
 &= 0.95 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Arus setting pada bagian sekunder dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 I_s &= I_p \times \text{Rasio CT} & (3) \\
 &= 0.655 \text{ A} \times 2000 \\
 &= 1905,2567 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$I_{sc} \text{ Max Bus 10} = 1362 \text{ A}$$

TMS (*Time Multiplier Setting*) dapat dihitung dengan mempertimbangkan arus gangguan hubung singkat pada titik terdekat OCR 1.

$$\begin{aligned}
 \text{TMS (SI)} &= \frac{T \times \left[\left(\frac{I_{sc} \text{ Max}}{I_s} \right)^{0.02} - 1 \right]}{0.14} & (4) \\
 &= \frac{0.7 \times \left[\left(\frac{15513 \text{ A}}{1905,2567 \text{ A}} \right)^{0.02} - 1 \right]}{0.14} \\
 &= 0.214
 \end{aligned}$$

Perhitungan recloser

$$\begin{aligned}
 FLA &= \frac{kVA}{\sqrt{3} \text{ kV}} & (5) \\
 &= \frac{60000 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 20 \text{ kV}} \\
 &= 1732,05161 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Arus *pick up* dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 I_p &= 1,1 \times FLA & (6) \\
 &= 1905,2567 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$I_{sc} \text{ Max Bus 10} = 6839 \text{ A}$$

TMS (*Time Multiplier Setting*) dapat dihitung dengan berdasarkan arus gangguan hubung singkat pada titik terdekat recloser.

$$\text{TMS (SI)} = \frac{T \times \left[\left(\frac{I_{sc} \text{ Max}}{I_p} \right)^{0.02} - 1 \right]}{0.14} & (7)$$

$$= \frac{0.7 \times \left[\left(\frac{683 \text{ A}}{1905,256 \text{ A}} \right)^{0.02} - 1 \right]}{0.14}$$

$$= 0.042$$

Pada *recloser* tidak menggunakan trafo CT sehingga tidak memerlukan perbandingan rasio CT untuk menentukan arus *pick up* (I_p). Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan setting arus *pick up* (I_p) dan *Time Multiplier Setting* (TMS) dari OCR 1, OCR 2 dan *recloser*.

Tabel. 3 hasil perhitungan arus *pick up* dan TMS

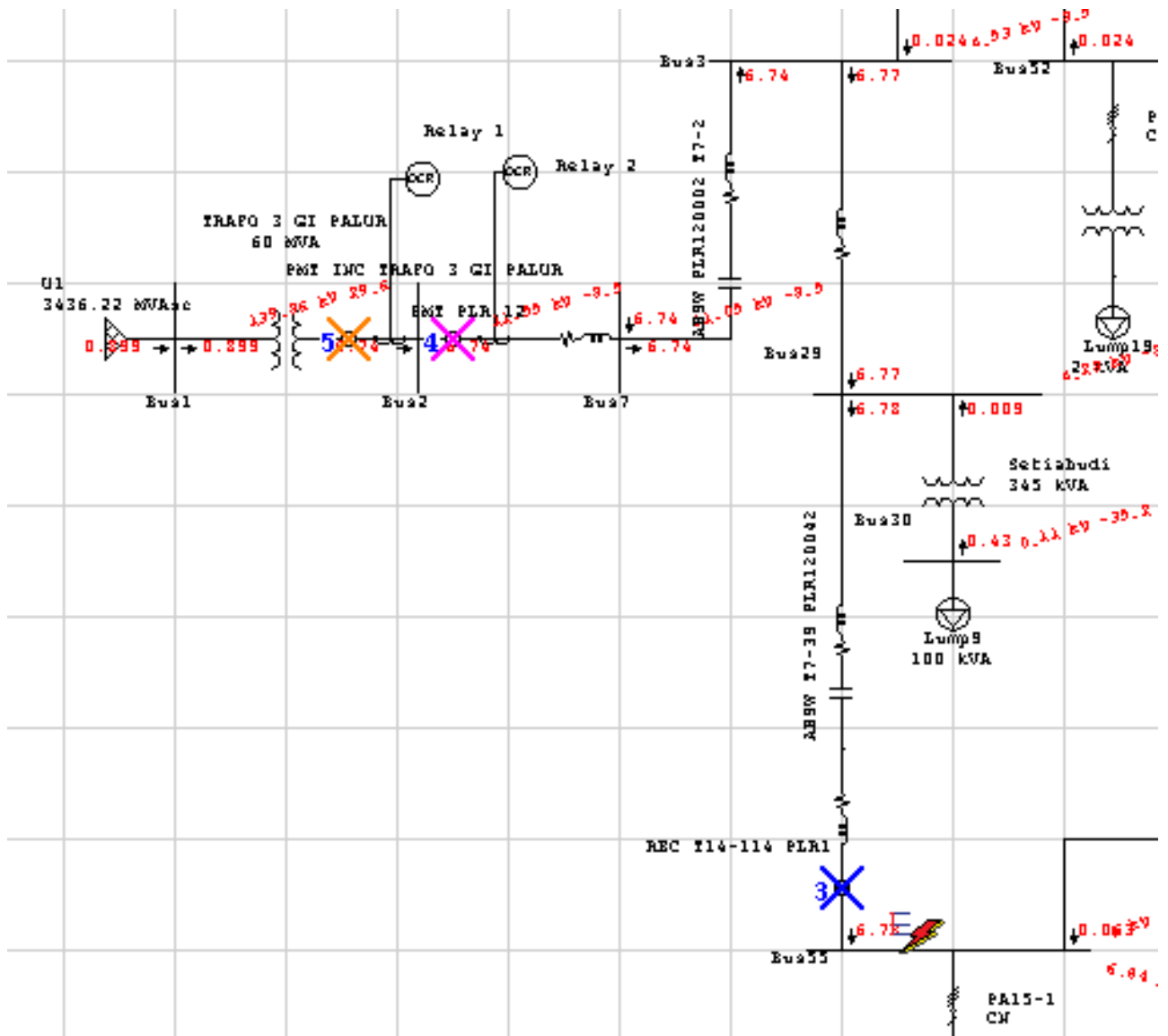
Proteksi	Titik terdekat gangguan	Rasio CT	Arus <i>pick up</i> (I_p)	TMS
OCR 1	Bus 2	2000:1	0,95	0,24
OCR 2	Bus 7	160:1	11,907	0,146
Recloser	Bus 55	-	1905,2567	0,042

Dengan melihat tabel berikut maka dapat diketahui bahwa arus *pick up* (I_p) dan TMS berbeda-beda. Arus beban maksimum (FLA) sangat berpengaruh pada arus *pick up* (I_p). Pada OCR arus *pick up* (I_p) juga dipengaruhi oleh arus beban maksimum dan rasio CT. Setting TMS pada OCR 1, OCR 2 dan *recloser* menggunakan karakteristik standart invers (SI). Arus gangguan hubung singkat maksimum ($I_{sc_{max}}$) dan waktu operasi (T) adalah patokan untuk melakukan setting TMS. Semakin jauh letak proteksi maka arus gangguan hubung singkat semakin kecil. Semakin jauh letak proteksi semakin cepat proteksi beroperasi.

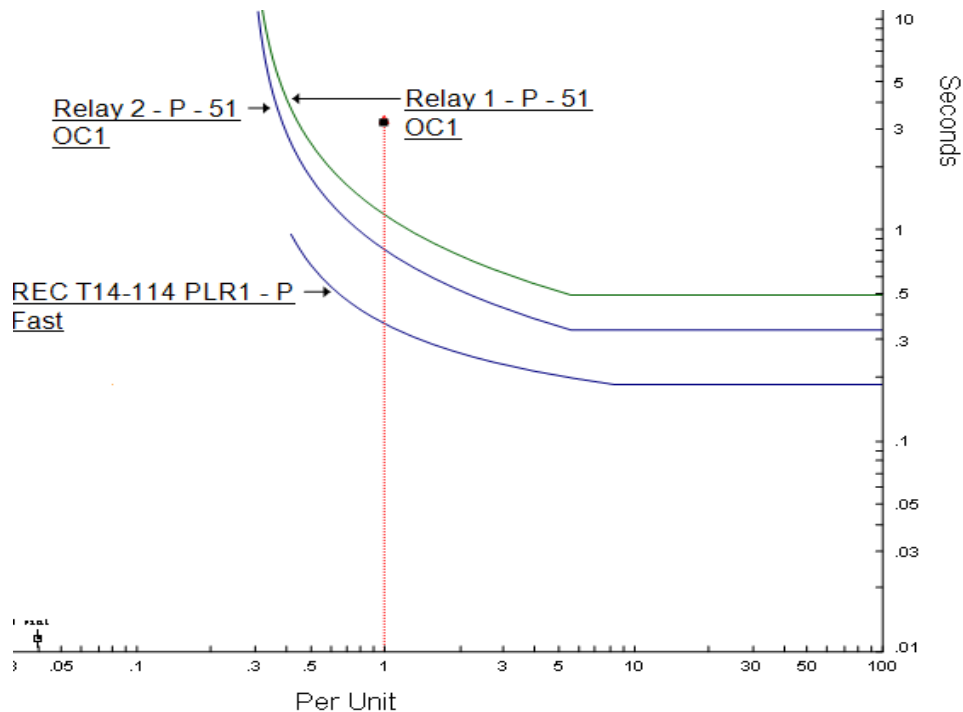
3.4 Kurva Koordinasi OCR 1, OCR 2 Dan Recloser

Berdasarkan data dan hasil perhitungan setting OCR 1, OCR 2 dan *recloser* pengujian menggunakan simulasi ETAB sudah bisa dilakukan. Dimana OCR 1 dan OCR 2 sebagai proteksi cadangan dan *recloser* sebagai proteksi utama. Letak OCR 1 pada *incoming* dan OCR 2 pada *outgoing* merupakan pengaman yang bekerja untuk membackup *recloser* sebagai pengaman utama pada sistem distribusi 20KV Palur.

Recloser akan bekerja mendeteksi arus gangguan hubung singkat dan menyeleksi apakah gangguan tersebut temporer atau permanen. Apabila gangguan bersifat temporer maka *recloser* akan bekerja membuka dan akan menutup listrik. Gangguan temporer yang dideteksi hanya sebatas 3 kali sesuai standart PLN Palur. Apabila gangguan permanen yang terjadi maka *recloser* akan bekerja membuka dan menutup selama 3 kali kemudian *recloser* akan memutus listrik hingga PLN menghilangkan penyebab adanya gangguan permanen.



Gambar2. Urutan kerja OCR 1, OCR 2 dan recloser



Gambar3. Hasil kurva OCR 1, OCR 2 dan recloser

Berdasarkan kurva diatas dapat dilihat recloser bekerja terlebih kemudian OCR1 dan OCR2 bekerja. Apabila terjadi gangguan hubung singkat, *recloser* akan bekerja terlebih, setelah 0,3 detik OCR 2 bekerja, kemudian setelah 0,2 detik OCR 1 bekerja.

4. PENUTUP

Pada hasil perhitungan koordinasi OCR1, OCR2 dan recloser pada jaringan distribusi 20KV penyulang Palur12 menggunakan ETAB didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk menentukan setting relay harus diketahui terlebih dahulu arus gangguan hubung singkat yang terjadi pada titik terdekat dengan relay. Kemudian menentukan peralatan relay yang memiliki kemampuan untuk mengatasi gangguan sesuai kapasitas proteksi.
2. Arus pick up (I_p) adalah 1,1 kali lebih besar dari arus beban maksimum (FLA) sesuai *Britist standard* yaitu dengan ketentuan penyetelan 1,03 sampai dengan 1,3 dari arus beban maksimum.
3. Penyetelan waktu kerja OCR 1(0,7), OCR 2(0,5) dan *recloser*(0,3) sudah sesuai dengan standar IEEE 242-2986 yang memiliki penyetelan waktu kerja minimum 0,3 detik.
4. Standar penyetelan trip *recloser* yang ditetapkan oleh PLN adalah 3 kali operasi, jika gangguan yang terjadi bersifat tetap maka *recloser* akan bekerja memutus daya sebanyak 3 kali sebelum *recloser* memutus daya secara permanen.
5. Semakin jauh letak proteksi maka arus gangguan hubung singkat semakin kecil serta waktu relay pengaman semakin cepat.

PERSANTUNAN

Dalam penyusunan tugas akhir ini ,penulis telah mendapat saran dan bantuan serta dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada ;

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya.
2. Ibu tersayang yang selalu mendukung dan mendoakan dalam proses penulisan tugas ahir ini.
3. Almarhum bapak yang selalu memberi dan memfasilitasi guna membantu melancarkan dalam pengerjaan sebelum beliau wafat.
4. Zindy Aprilia sebagai kakak yang selalu memberi motivasi.
5. Teman-teman tercinta yang selalu member semangat dan saran serta bantuan belajar bersama.
6. Bapak Umar S.T, M.T selaku ketua jurusan teknik elektro serta sebagai pembimbing yang telah memberikan dorongan dan bimbingan dalam pengerjaan tugas akhir.
7. Bapak Yoyok selaku supervisor PLN Palur yang telah bersedia membimbing penulis di PLN Palur.
8. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak bias dsebutkan satu persatu.

Daftar Pustaka

- A.J Onah (2012). *relay Coordination In The Protection Of Radially Connected Power System Network*. Departement Of Electrical Engineering. Michael Okpara University Agriculture, Umudike , Abia State.
- M.H Hussain (2012). *Optimal Over Current Relay Coordination, Of Electrical System, Electrical System Engginering*. Universityi Malaysia Perlis, Perlis. Malaysia.
- Shashwati Ray (2007). *optimal coordination of directional over current relays using interval two phasesimplexlinier progamming*. Electrical engineering and M. Tech degree. IIT. Bombay. India.
- Yaser Damchi (2010). *optimal coordination of distance and directional over current relaysconsidering diferent network topologies*. Electrical Power Engineering. Zanzan University, Zanzan ,Iran.
- Ying Lu (2012).*Study Of Solving The Coordination Curve Intersection Of Inverse Time Over Current Relays In Subtransmission Systems*. University Of Sourthern California. Los Angeles.